

## آنالیز گرما مکانیکی TMA مدل Q400



آنالیز گرما مکانیکی TMA مدل Q400 ساخت شرکت TA Instruments می باشد. آنالیز گرما مکانیکی TMA امکان مشخصه یابی کامل خواص ویسکوالاستیک مواد را در اختیار کاربر قرار داده و علاوه بر آن برهم پوشانی خواص حرارتی را برطرف می کند. محصولات آنالیز ترمو مکانیکی TMA انعطاف پذیری بی نظیری در حالت های عملیاتی، پروب های تست و سیگنال های موجود دارد. حالت افزایشی که EM نام گرفته است اجازه ی انتقالات مازاد (کششی/کرنشی) را در آنالیز گرما مکانیکی به کاربر می دهد. بازه دمایی محصولات آنالیز ترمو مکانیکی TMA از 150- درجه سلسیوس تا 1000 درجه سلسیوس می باشد. از طرفی این سری از محصولات آنالیز ترمو مکانیکی TMA با وارد کردن نیرو بر ماده ی تحت پردازش خواص مکانیکی، آن را اندازه می گیرد که گستره این نیروی ورودی در محصولات آنالیز گرما مکانیکی از 0.001N تا 2N می باشد و دقت آن نیز 0.001N است.

آنالیز گرما مکانیکی TMA مدل Q400 حالت های تغییر شکل گسترشی ، تنش ، فشاری ، خمش سه نقطه ای و گیت پروب دیلاتومتر را تحت پوشش قرار داده و برای برآورده کردن شرایط دمایی از سیستم خنک کننده 70 MAC استفاده می کند. که تهیه این محصول شرکت TA Instruments در حین فروش محصولات آنالیز ترمو مکانیکی TMA مقدور می باشد. ویژگی هایی که مطرح شد آنالیز گرما مکانیکی TMA مدل Q400 را به یکی از قدرتمندترین محصولات آنالیز حرارتی مکانیکی TMA حال حاضر دنیا تبدیل کرده است.

### تکنولوژی آنالیز گرما مکانیکی TMA مدل Q400

آنالیز ترمو مکانیکی TMA مدل Q400 ، تغییرات ابعاد نمونه را تحت شرایط دمایی کنترل شده دما ، زمان ، نیرو و اتمسفر اندازه می گیرد. تجربه طولانی مدت مهندسی ما در طراحی کوره ها و دستگاه های اندازه گیری دما، ابعاد ، کنترل ، هدایت آن ها به واسطه نرم افزاری قدرتمند ، منجر به ساخت محصولات آنالیز حرارتی مکانیکی TMA سری Q شده که این محصولات امکان انجام تست های بسیاری را در اختیار کاربر قرار می دهد.

### کوره دستگاه آنالیز ترمو مکانیکی TMA مدل Q400

کوره عمودی آنالیز گرما مکانیکی Q400 ، در جهت عملکردی بی نظیر و طول عمر بالا همراه با اطمینان پذیری بالا برای کاربردهای متفاوت طراحی شده است . سیستم الکترونیکی تعبیه شده در این قسمت، امکان کنترل دمایی و پاسخ گویی خط پایه را به مشتری داده و حساسیت را بالا می برد. نرم افزار کنترل کننده ی حرکات کوره، راحتی عملکرد را بالا برده و بارگذاری نمونه را در این محصول برای کاربران آسان می کند. این کوره با کمک خنک کننده می تواند به عنوان ابزار جانبی استفاده کرد، ایجاد چرخش سرمایشی/ گرمایشی را به صورت پیوسته به منظور کاربرد محصولات TMA را مهیا می کند.

### استیج نمونه آنالیز گرما مکانیکی TMA مدل Q400

استیج مورد استفاده در آنالیز گرما مکانیکی TMA مدل Q400 به آسانی بر روی پروب های موجود، محل قرارگیری نمونه و جایگاه ترموکوپل نصب می شود. در این قسمت یک کنترل جریان جرمی، جریان گاز ورودی به منطقه ی نمونه را اندازه گیری می کند. سیستم کنترل دمای دقیق و گاز ورودی به محل نمونه ، نتایج را در حالت های عملیاتی استاندارد و MTMA بهینه می کند. این نوع طراحی، مزایایی از قبیل آسانی در عملکرد و انعطاف پذیری بالا را در آنالیز گرما مکانیکی TMA مدل Q400 به دنبال دارد.

### مبدل دیفرانسیل متغیر خطی در آنالیز ترمو مکانیکی TMA مدل Q400

قلب اندازه گیری نمونه توسط آنالیز گرما مکانیکی TMA ، بخش مبدل دیفرانسیل متغیر خطی (LVDT) است که هسته ای متحرک دارد. این محصول TMA یک سیگنال خروجی دقیق را که مستقیماً با تغییرات ابعادی نمونه متناسب است را تولید می کند. پاسخگویی دقیق و قابل اعتماد این سیستم در بازه ی دمایی مورد نظر ، نتایج قابل تجدید را برای محصول آنالیز گرما مکانیکی TMA محقق ساخته است. قرار گیری این بخش در قسمت تحتانی کوره از اثرات دمایی کوره بر روی آن جلوگیری کرده و نمایش خطوط پایه ثابت را برای کاربران محصولات TMA فراهم آورده است.

## نیروی موتور آنالیزگرما مکانیکی TMA مدل Q400

یک موتور غیر اتصالی، نیرویی کالیبره شده، بدون اصطکاک و کنترل شده با استفاده از پروب و یا نگهدارنده، توسط آنالیز گرما مکانیکی TMA مدل Q400 فراهم آورده است. این نیرو به صورت دیجیتالی در بازه 0.001N تا 1 N برنامه ریزی شده است و می تواند به صورت دستی تا نیروی 2N با استفاده از وزنه های اضافی، افزایش پیدا کند. این محصول، با دقت نیروهای دینامیکی نوسانی، بالا و پایین رونده به صورت استاتیکی برای اندازه گیری کیفیت در همه ی حالت های تغییر شکل این محصول مهم می باشد. در این موتور تعداد ده فرکانس مستقل برای بهینه کردن کیفیت داده ها در آزمایشات آنالیزگرما مکانیکی TMA، موجود می باشد.



## حالت های تغییر شکل آنالیزگرما مکانیکی TMA مدل Q400

### • حالت گسترشی برای آنالیز ترمو مکانیکی TMA مدل Q400

مد گسترشی، ضریب انبساط حرارتی ماده (CTE)، دمای انتقال شیشه (Tg) و مدول های مقایسه ای را اندازه گیری می کند. در این حالت یک پروب گسترش استاندارد تخت بر روی سطح نمونه قرار داده می شود و بعد نمونه در معرض دمایی برنامه ریزی شده قرار می گیرد. حرکت پروب در این محصول TMA، گسترش و یا انقباض نمونه را ضبط می کند. این حالت برای بیشتر نمونه های جامد در دستگاه آنالیز حرارتی مکانیکی مورد استفاده قرار می گیرد. در مورد حالت گسترش زیاد (macro-expansion) هم، بزرگ تر بودن سطح آن، به پردازش نمونه های نرم تر و با شکل های غیر منظم و همچنین پودر ها و فیلم ها، کمک می کند. بنابراین فروش TMA به همراه این پروب کامل خواهد شد.



### • حالت نفوذپذیری آنالیز گرما مکانیکی TMA مدل Q400

در حالت اندازه گیری نفوذپذیری از یک پروب دیگر استفاده می کند به این ترتیب که نیروی درایور را در یک ناحیه ی کوچک از سطح نمونه در آنالیز ترمومکانیکی TMA متمرکز می کند. این امر مسبب اندازه گیری دقیق انتقال شیشه (Tg)، نرم شوندگی و رفتارهای ذوبی، در این محصول TMA شده است. این حالت برای مشخصه یابی لایه ی کویت شده بر روی اجسام بدون این که نیاز به برداشتن آن ها از روی سطح باشد مناسب هست. پروب این حالت مانند پروب گسترش عمل می کند و تنها در یک فشار اضافه شده ی مازاد، با آن تفاوت دارد. پروب نیم کره ای یک پروب نفوذپذیری جایگزین برای نرم کردن نقاط تحت اندازه گیری در جامدات است که در فروش دستگاه TMA این پروب نیز جزوی از محصولات TMA می باشد.

### • حالت تنش در آنالیز گرمامکانیکی TMA مدل Q400

مطالعات کششی خواص کششی/کرنشی فیلم ها و فیبرها با استفاده از یک پروب فیلم/فیبر انجام می گیرد. یک نگهدارنده ی همتراز امکان قرارگیری دقیق نمونه را در کلمپ فراهم کرده است. برای این امر یک نیروی ثابت اعمال شده تا بر این اساس بتوان کشش/کرنش مناسب تولید و اطلاعات مدوله شده را به دست آورد. اندازه گیری های اضافی شامل نیروی انقباضی (shrinkage)، Tg، دمای نرم شدگی و چگالی کراس لینک نیز در این حالت آنالیزگرما مکانیکی TMA مدل Q400 انجام می گیرد. تست های دینامیکی در تنش برای تشخیص پارامترهای ویسکوالاستیک و برای جدا کردن انتقالات تحت همپوشانی مورد استفاده قرار می گیرند.

## • فشرده سازی در آنالیز ترمومکانیکی TMA مدل Q400

در این حالت، نمونه تحت یک نیروی بالا و پایین رونده ی خطی ، استاتیکی ویا نیروی نوسانی دینامیکی تحت یک برنامه ی دمایی و اتمسفری مشخص قرار می گیرد. جا به جایی نمونه با استفاده از آزمایشات نفوذپذیری/گسترش در این محصول ضبط شده و برای اندازه گیری مشخصات ذاتی مواد مورد استفاده قرار می گیرد. با استفاده از تست های دینامیکی ، این حالت برای تشخیص پارامترهای ویسکوالاستیک در ه آنالیز حرارتی مکانیکی TMA مدل Q400 مورد استفاده قرار می گیرد. نمایش رویدادهای دمایی و جدا کردن انتقالات روی هم قرار گرفته (MTMA) در این حالت از این محصول TMA محقق می شود.

## • خمش سه نقطه ای در آنالیز گرما مکانیکی TMA مدل Q400

در این تغییر شکل ایجاد شده با خمش، نمونه در هر دو قسمت پایینی یعنی در دو نقطه قرار گرفته شده است. یک نیروی استاتیکی ثابت به صورت عمودی به مرکز نمونه وارد می شود که این نیرو به وسیله ی یک پروب کوارتز گوه شکل وارد می شود. این حالت از آنالیز گرما مکانیکی TMA مدل Q400 برای بیان تغییر شکل خالص در حالی که اثرات کلمپ حذف می شود، مورد استفاده قرار می گیرد. و از طرفی این حالت در درجه اول برای تشخیص خواص خمشی مواد سفت و همچنین برای اندازه گیری دمایی اعوجاج مورد استفاده قرار می گیرد. در محصولات اندازه گیری های دینامیکی با استفاده از یک پروب فلزی با اصطکاک کم ، جایگزین پروب کوارتز می شود و انجام می گیرد.

## • کیت پروب دیلاتومتر در آنالیز ترمو مکانیکی TMA مدل Q400

یک کیت پروب دیلاتومتر ویژه هم برای آنالیز گرما مکانیکی TMA مدل Q400 موجود می باشد این کیت شامل یک پروب دیلاتومتر، یک کوارتز ویال کوچک برای نزدیک کردن نمونه و یک ماده پر کننده می شود . ما می دانیم که آنالیز گرما مکانیکی TMA عموماً ضریب خطی انبساط حرارتی (CTE) را اندازه می گیرد در کنار این هم کیت دیلاتومتر برای اندازه گیری ضریب انبساط حجمی یا CVE یک ماده طراحی شده است.

پروب های گسترشی، حداکثر گسترش و نفوذپذیری در آنالیز گرما مکانیکی TMA مدل Q400 موجود می باشد. و تمامی این پروب ها به اضافه ی پروب نگهدارنده و نگهدارنده خمشی با اصطکاک کم در محصول Q400EM موجود می باشد و در بخش فروش محصولات آنالیز گرما مکانیکی TMA قرار داده شده است. تمامی تنظیماتی که با استفاده از پروب ها انجام می گیرد در نهایت بواسطه نرم افزار عرضه شده در آنالیز گرما مکانیکی کنترل می شود.

جدول حالت عملکرد این آنالیز گرما مکانیکی TMA مدل Q400 به صورت زیر می باشد:

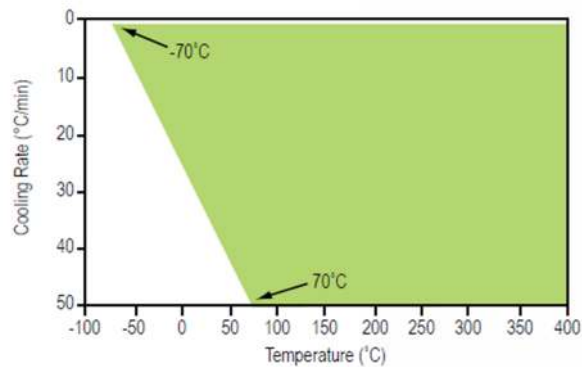
Controlled rate	To lower temperature
50 °C/min	70°C
20 °C/min	-15°C
10 °C/min	-40°C
5 °C/min	-55°C
2 °C/min	-65°C

## لوازم جانبی آنالیز گرما مکانیکی TMA مدل Q400

### سیستم خنک کننده مکانیکی آنالیز گرما مکانیکی TMA مدل Q400

سیستم خنک کننده بسیار قوی در آنالیز گرما مکانیکی TMA مدل Q400 که به صورت جانبی برای محصولات Q400 و Q400EM مورد استفاده قرار گرفته و اجازه کنترل سرمایشی در بازه ی دمایی 400 تا -70 درجه سلسیوس را به سیستم می دهد. این محصول برای آزمایشاتی که شامل سیکل های سرمایشی و گرمایشی می باشند، مناسب می باشد.

در شکل زیر جدول و نمودار مربوط به سیستم خنک کننده می باشد :



Operational modes	Q400EM	Q400
Standard	Included	Included
Stress/strain	Included	Not available
creep	Included	Not available
Stress relaxation	Included	Not available
Dynamic TMA	Included	Not available
Modulate TMA	Included	Not available

مشخصات فنی آنالیز گرما مکانیکی TMA مدل Q400

مشخصات	توضیحات
-150 to 1,000 °C	محدوده دمایی آنالیز گرما مکانیکی TMA
±1°C	دقت دما آنالیز گرما مکانیکی TMA
<10 min from 600 °C to 50°C	زمان خنک شدن کوره آنالیز گرما مکانیکی TMA
26 mm (L) x 10 mm (D)	ماکزیمم سایز نمونه جامد آنالیز گرما مکانیکی TMA
26 mm (L) x 1.0 mm (T) x 4.7 mm (W)	ماکزیمم سایز نمونه فیبری یا فیلمی آنالیز گرما مکانیکی TMA
26 mm (L) x 0.35 mm (T) x 4.7 mm (W)	عملکرد دینامیک آنالیز گرما مکانیکی TMA
±0.1%	دقت اندازه گیری آنالیز گرما مکانیکی TMA
15 nm	حساسیت آنالیز گرما مکانیکی TMA
<0.5 nm	جابجایی رزولوشن آنالیز گرما مکانیکی TMA
<1µm (-100 to 500 °C)	دریافت بیس لاین دینامیکی آنالیز گرما مکانیکی TMA
0.001 to 2 N	محدوده نیرو آنالیز گرما مکانیکی TMA
0.001 N	رزولوشن نیرو آنالیز گرما مکانیکی TMA
Included	کنترل جریان گرمی آنالیز گرما مکانیکی TMA
Inert Oxidizing or Reactive Gases	جریان یا اتمسفر کنترل شده آنالیز گرما مکانیکی TMA
Included	استاندارد آنالیز گرما مکانیکی TMA